

FORESTACIONES CON PARAÍSO (*Melia azedarach* L.) COMO ESPECIE MITIGADORA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ARGENTINA

Falasca S¹, Ulberich A², y Carolina Miranda del Fresno CM³.

¹Investigadora de CONICET. Instituto Clima y Agua. INTA, Castelar. Buenos Aires. Programa de Estudios sobre el medio ambiente y la producción agropecuaria. CINEA. FCH. UNICEN. TE: 1153860925, sfalasca@conicet.gov.ar

²Programa de Estudios sobre el medio ambiente y la producción agropecuaria. CINEA. FCH. UNICEN. Pinto 399. 7000. Tandil, Pcia Buenos Aires. Argentina. (02293) 425790 Int.221. ulberich@fch.unicen.edu.ar

³Becaria de CONICET. Programa de Estudios sobre el medio ambiente y la producción agropecuaria. CINEA. FCH. UNICEN. Pinto 399. 7000. Tandil, Pcia Buenos Aires. Argentina. (02293) 425790 Int.221. mc.mirandadelfresno@fch.unicen.edu.ar

La eliminación de CO₂ atmosférico aumentando la asimilación por la vegetación, reteniendo C y la mejora de la transformación de C atmosférico de la biomasa vegetal, junto con la reducción de emisiones de GEI, se han convertido en estrategias mundiales para mitigar el cambio climático. Aunque el potencial de secuestro de carbono del “árbol del Paraíso”, es de bajo a moderado, puede cultivarse con otros propósitos porque el aceite que se obtiene de sus semillas posee propiedades insecticidas y es apto para biodiesel. *Melia azedarach* se introdujo en Argentina como ornamental y se naturalizó con rapidez. El objetivo del trabajo fue zonificar la aptitud agroclimática argentina, con el fin de reforestar áreas erosionadas, contribuir al secuestro de carbono y obtener aceite (biodiesel y bioinsecticida). Conociendo las necesidades bioclimáticas de la especie, se zonificaron las potenciales áreas de cultivo. Así se delimitaron áreas óptimas, apropiadas, marginales e ineptas. Como se comprobó su potencial como maleza invasora, no se recomiendan forestaciones en la zona de agricultura tradicional, a menos que sean tierras para rehabilitar. Las áreas clasificadas como apropiada con limitaciones por heladas y apropiada con limitación térmica estival pueden ser forestadas con Paraíso, porque el propósito es relegarlo hacia áreas marginales.

INTRODUCCION

El secuestro de carbono por parte de la vegetación terrestre, ha sido definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático como una de las opciones más eficaces para cambiar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Gunn, 2001).

La eliminación de CO₂ atmosférico mediante el aumento de la asimilación de C parte por la vegetación, y la mejora de la transformación del carbono (C) atmosférico por la biomasa vegetal y materia orgánica del suelo, junto con la reducción de las emisiones de GEI se han convertido en estrategias mundiales para mitigar el cambio climático. Sin embargo, la eficiencia en la captura de C por la vegetación en los diferentes sistemas de gestión es muy diferente debido a sus características fisiológicas, las tasas de crecimiento, acumulación de biomasa, y los factores ambientales. Por lo tanto, es importante optimizar los ecosistemas en función de diversos climas y características geográficas, para optimizar el secuestro de C de la atmósfera de manera eficiente y eficaz para mitigar el cambio climático (IPCC, 2001).

Si bien los incendios forestales, que ocurren a menudo, pueden causar una emisión repentina de CO₂ a la atmósfera; y los proyectos de forestación pueden ser cuestionados por: competir por el uso del suelo con la producción de alimentos, o por generar pérdida de biodiversidad; el Protocolo de Kyoto en su forma original se centra en las actividades forestales, tales como la forestación para mejorar el sumidero de C, porque la biomasa de la vegetación leñosa contribuye al almacenamiento de C en el suelo a través de la acumulación de la materia orgánica (Schneider, 1989).

Melia azedarach L es un árbol nativo del sur de Asia: Bangladesh, India, Indonesia, Laos, Malasia, Myanmar, Nepal, Pakistán, Papúa Nueva Guinea, Sri Lanka, Tailandia, y Vietnam. Se distribuye en América desde California a Argentina; África oriental y occidental, sudeste asiático y Australia.

Esta especie, de crecimiento rápido, se puede cultivar en la amplia variedad de suelos siempre que sean bien drenados (Doran y Turnbull, 1997), sirviendo para el control de la erosión y como cortina rompevientos, tolerando vientos salados costeros.

Se lo conoce con diferentes nombres vulgares en español como: *paraíso, canela, árbol santo, piocha, falso cinamomo, granillo, lila de china, lila de las Indias, paraíso chino*, y en inglés: *Chinaberry, pride of India, China tree y Azedarach*.

Alcanza hasta 18 m de altura y su tronco puede medir hasta 40 cm de diámetro. Presenta hojas caducas durante una parte del año. Las mismas son alternas y muy grandes, de hasta 50 cm de largo y 25 cm de ancho. Cada hoja parece una rama, ya que se trata de hojas compuestas por numerosos folíolos dispuestas sobre las ramificaciones que parten de un eje principal en cuyo ápice se encuentra un folíolo. Los folíolos son ovoides, puntiagudos, con la base variable y margen aserrado o lobado (Lahitte et al., 2004).

Las flores, aromáticas, son de color blanquecino o rosado a violeta. Están dispuestas en racimos ubicadas en las axilas de las hojas. Los frutos (bayas redondeadas) se presentan en racimos colgantes. Cada fruto contiene de 1 a 5 semillas de color café oscuro. Los frutos son venenosos y tienen propiedades narcóticas. De las semillas se obtiene aceite combustible que puede ser transformado en biodiesel. La composición de ácidos grasos principales del aceite son: ácido palmítico (9,31%), ácido esteárico (3,08%), ácido oleico (18,71%), ácido linoleico (65,95%) y otros (Jingwen y Liding, 1994).

Se cultiva con frecuencia como ornamental, como medicinal e insecticida. Algunas sustancias, presentes sobre todo en los frutos, son sumamente tóxicas y pueden causar la muerte a animales y personas. Las semillas se utilizan en collares y pulseras artesanales. En México se ha llegado a cultivar a nivel comercial como maderable (Calderón y Germán, 1993).

La madera es blanda, de densidad baja (menos de 600 kg/metro cúbico) y es susceptible al ataque de termitas. Se utiliza para pulpa de papel, muebles, ebanistería, tornería, chapas de la madera, cajas para cigarrillos y el follaje tiene potencial como forraje (Doran y Turnbull, 1997; Lahitte et al., 2004). La leña presenta un poder calórico es de 5100 kcal/kg y se utiliza para la producción de carbón.

Esta especie tiene potencial como maleza invasora (Thorp y Wilson, 1998). En Argentina se ha visto que cuando se la tala, rebrota con más fuerza, saliendo varios troncos del mismo pie. En la Mesopotamia se ha naturalizado en el Parque Nacional El Palmar, donde ha reemplazado a la vegetación nativa formando bosques casi puros (Lahitte et al., 2004).

Los frutos presentan un largo período de maduración. Aunque son venenosos para algunos mamíferos, los pájaros se los comen y dispersan las semillas. La actividad insecticida de *M. azedarach* está en hojas, tallos, frutos y semillas. De estas estructuras se extrae, principalmente “meliartenin”, limonoide (triterpeno), con cualidades antialimentarias, y “azadirachtina” (triterpeno), el mayor compuesto natural antialimentario conocido y estudiado en la planta de Neem: *Azadirachta indica* (Vergara et al, 1997). Estas sustancias inhiben la alimentación de insectos fitófagos como coleópteros y larvas de lepidópteros. Se han probado variados extractos de hojas y frutos de *M. azedarach* sobre distintas plagas con resultados promisorios. El mecanismo de acción de la mayoría de las sustancias provenientes del árbol del Paraíso consiste en inhibir la acción de las oxidasas en el intestino medio, por lo que el insecto inmaduro muere o se convierte en pupa o adulto anormal por deficiencia de nutrientes o interferencia en los procesos fisiológicos. Esto se traduce en inhibición de la alimentación, disminución del crecimiento y desarrollo, descenso de la tasa metabólica relativa, emergencia de adultos deformes, inhibición de la oviposición o mortalidad (Villalobos, 1996).

Las semillas de paraíso son muy tolerantes al desecamiento, y llegan a sobrevivir hasta con 3,5% de su volumen de humedad normal. Además pueden permanecer viables por períodos prolongados, hasta al menos 26 meses.

El uso de *M. azedarach* es muy bien conocido con fines medicinales. Sus diversas partes tienen propiedades antihelmínticas, antipalúdicos, catártico, emético, etc., y también se utilizan para tratar enfermedades de la piel (Padrón et al., 2003). Los frutos secos maduros se utilizan como antiparasitario externo.

Necesidades bioclimáticas

Esta especie florece durante la primavera y los frutos maduros se encuentran en el árbol entre marzo y junio en Argentina (Doran y Turnbull, 1997). Las semillas comienzan a germinar en unos 10 días si se siembran con temperaturas de 30°C sin tratamiento previo (Gunn, 2001).

Para que el Paraíso tenga un buen crecimiento, la temperatura media del mes más cálido debe fluctuar de: 24 a 32°C y la temperatura media de mes más frío puede oscilar de: 3 a 10°C. Prefiere zonas libres de heladas, aunque tolera heladas de ligeras a moderadas de 0 a -5°C (Doran y Turnbull, 1997).

Puede vivir desde el nivel del mar hasta altitudes de 900 m (Gunn, 2001). Es resistente a la sequía y se desarrolla en áreas con 600 a 1500 mm de precipitación anual, tolerando hasta 8 meses de déficit hídrico (Doran y Turnbull, 1997).

MATERIALES Y METODOS

Conociendo las necesidades bioclimáticas de *Melia azedarach* se procedió a buscar las probables zonas de cultivo, desde el punto de vista agroclimático, empleando datos climáticos de las estaciones meteorológicas de Argentina correspondientes al período 1971-2010.

Así se mapearon las variables: a) precipitación media anual, clasificando como área inepta cuando resulta inferior a 600 mm; y apta, cuando supera ese valor (Figura 2); b) temperatura media del mes más cálido, que debe superar los 24°C (Figura 3); c) temperatura mínima del mes más frío, la cual debe ser superior a 3°C (Figura 4); y d) temperatura mínima anual media de -5°C (Figura 5), que indica la tolerancia de la especie a bajas temperaturas, descartando aquellas áreas que registran valores más bajos.

Luego se superpusieron todos los mapeos anteriores para obtener el mapa de aptitud agroclimática (Figura 6).

A los fines de la interpretación de las áreas clasificadas con diferentes grados de aptitud agroclimática se introdujo la Figura 1 que describe el mapa político de Argentina con la toponimia de las provincias.

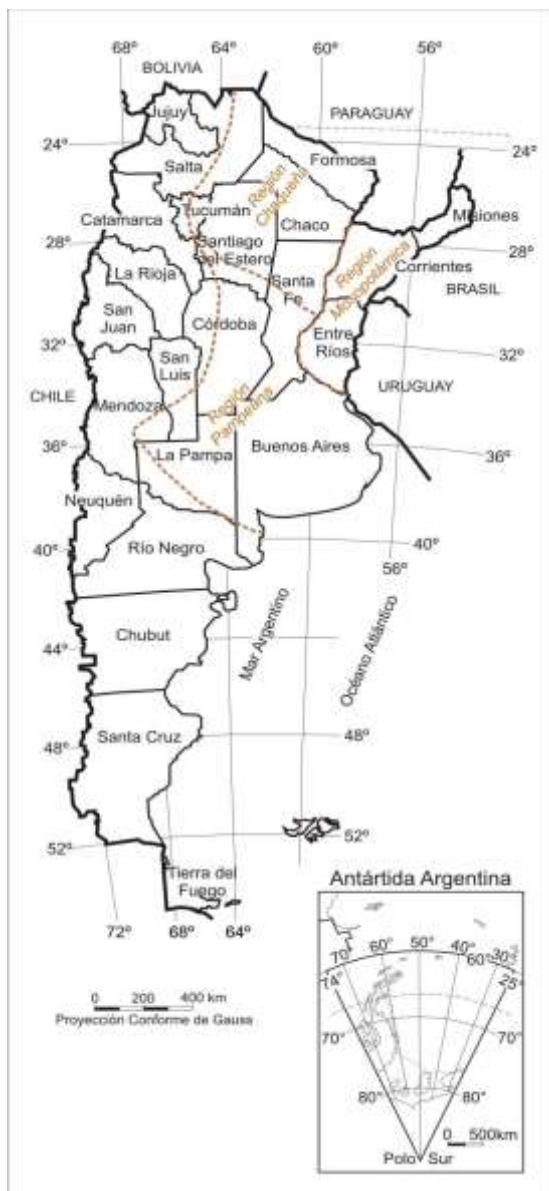


Figura 1. Mapa político de Argentina

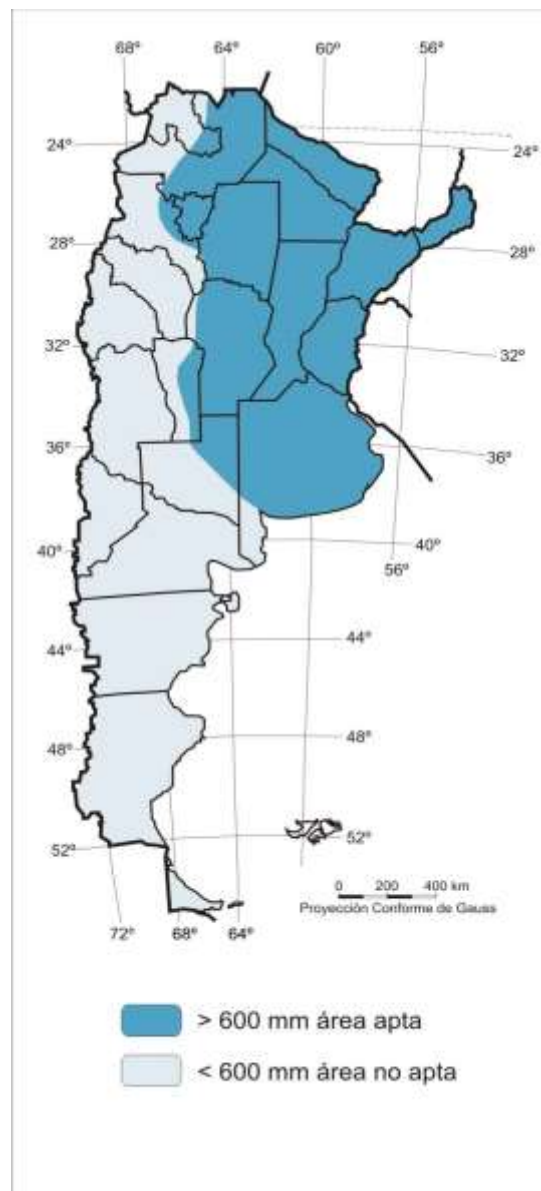


Figura 2. Precipitación media anual

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 5 se presenta el mapa de aptitud agroclimática para el cultivo del Paraíso.

La zona clasificada con *aptitud óptima* comprende toda la región Mesopotámica hasta el NE de la provincia de Buenos Aires, casi toda la región Chaqueña excepto el centro sur de Santiago del Estero; un sector de Catamarca; NW y NE de Córdoba; y gran parte de Santa Fe.

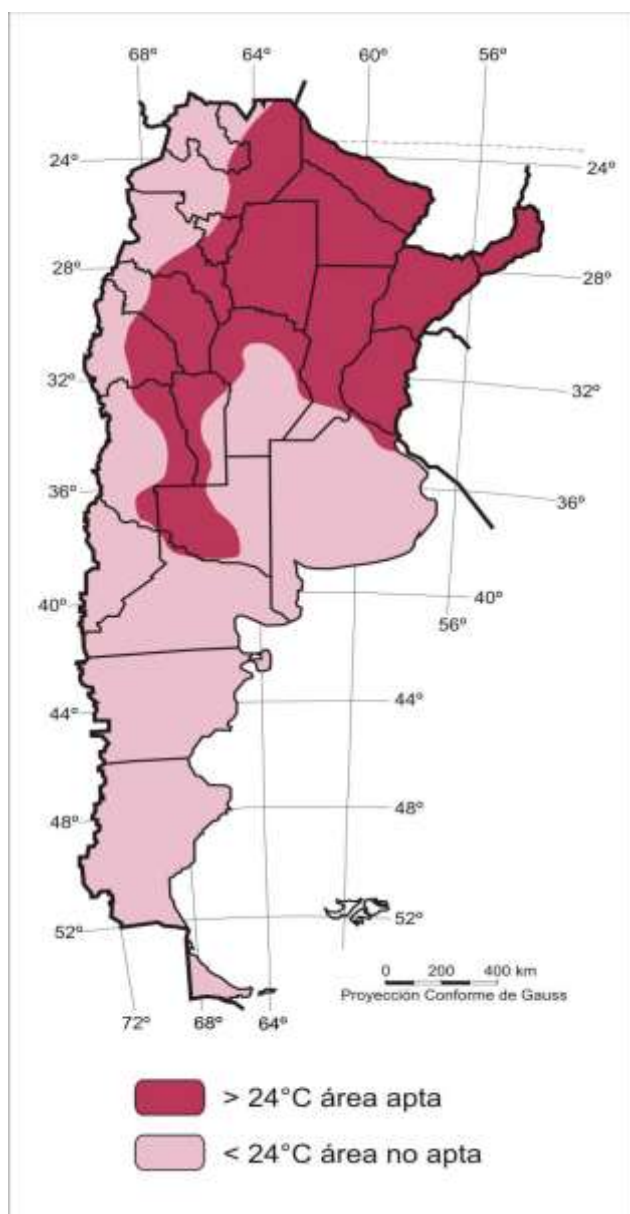


Figura 3. Temperatura media del mes más cálido

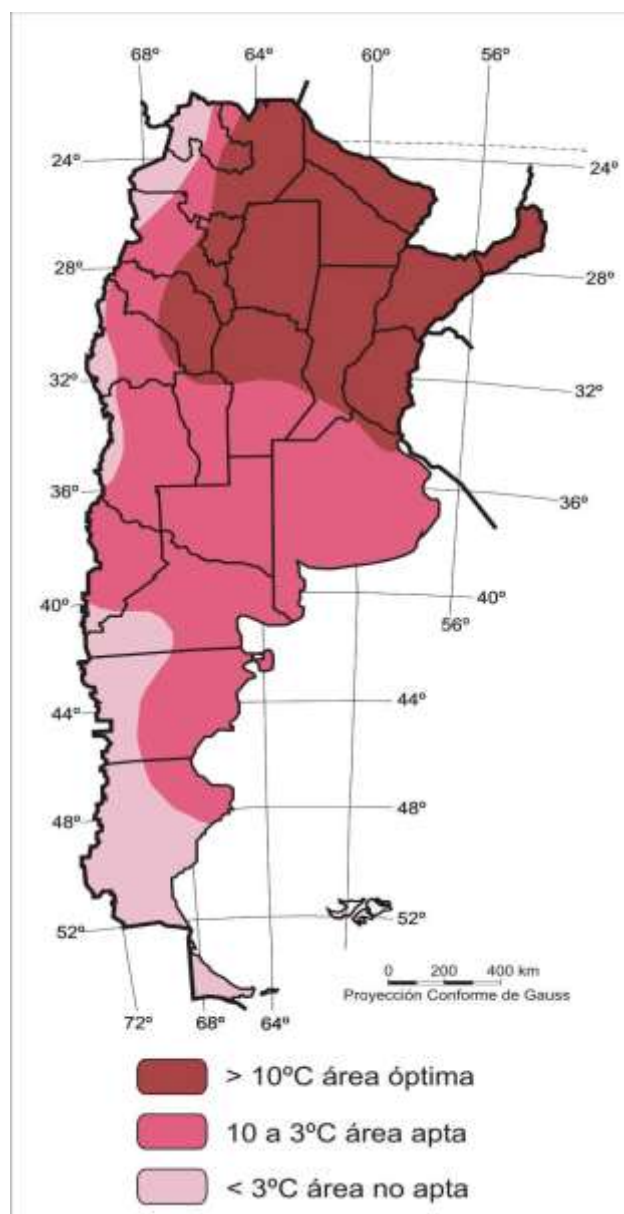


Figura 4. Temperatura media anual

Al sur aparece delimitada la zona calificada como *apropiada con limitaciones* por heladas, que incluye pequeños sectores de Salta, Catamarca, Tucumán, San Luis y Santa Fe, centro de Santiago del Estero, y N y E de Córdoba. Más al sur aún, el área delimitada es marginal con limitaciones térmicas estivales y por heladas que abarca centro y S de Córdoba, E de San Luis, NE de La Pampa, centro W de Buenos Aires, y SW de Santa Fe. Y al E de esta última, el área delimitada como *apropiada con limitaciones* térmicas estivales, que involucra pequeños sectores del centro W de Córdoba y SE de Santa Fe, NE y sector costero de la provincia de Buenos Aires, donde los veranos son más frescos debido al factor de oceanidad y corriente fría de Malvinas.

Hacia el W se delimitan 2 áreas: *muy apropiada con riego* y *apropiada con riego con limitaciones por heladas*. Sin embargo no se aconseja la aplicación de riego complementario a este cultivo, por tratarse de zonas donde el agua es un recurso escaso. Se recomienda realizar un uso racional del agua, empleándola con fines agrícolas, sólo para el riego de cultivos alimentarios.

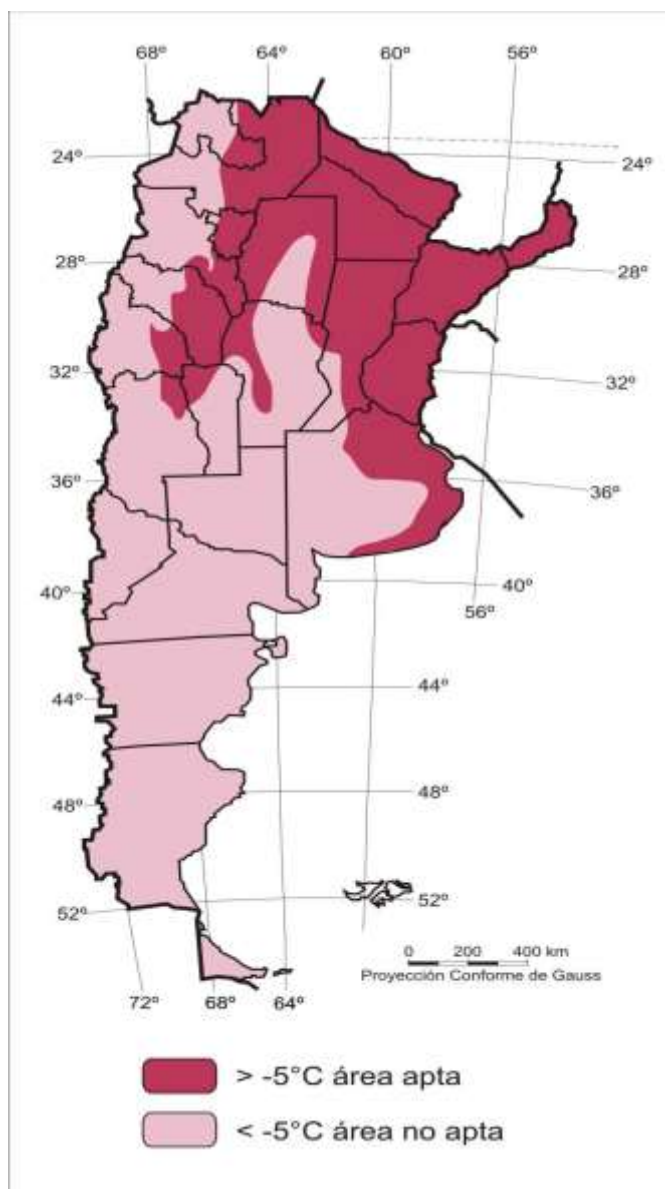


Figura 5. Temperatura mínima anual media

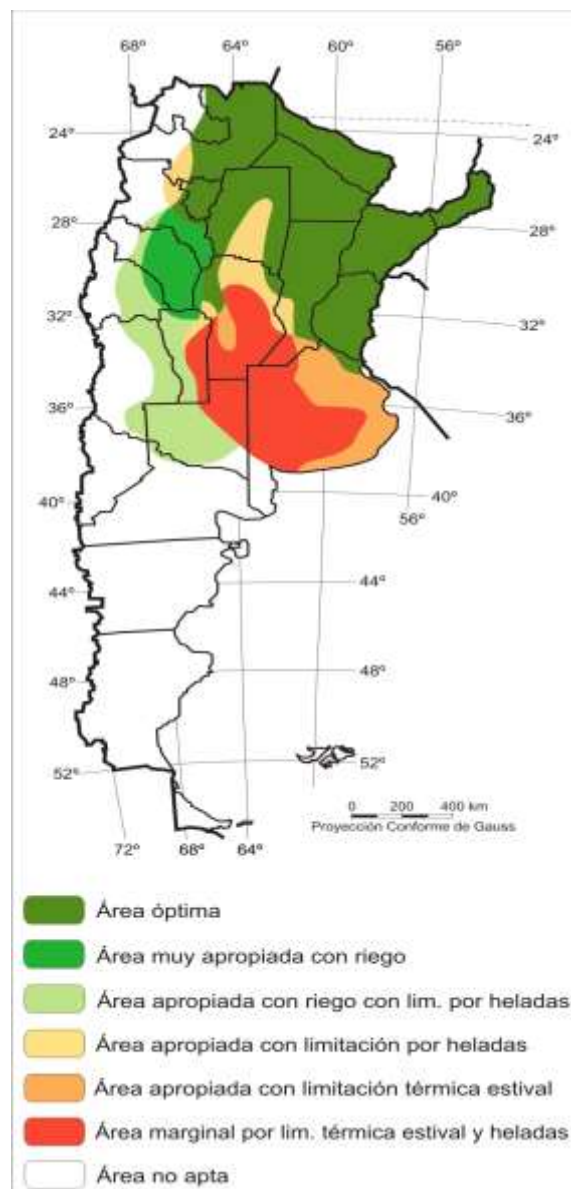


Figura 6. Aptitud agroclimática para el cultivo de *Melia azedarach*

Las áreas clasificadas como *apropiada con limitaciones por heladas* y *apropiadas con limitación térmica estival* pueden ser destinadas al cultivo del Paraíso con fines energéticos, porque el propósito es forestar con esta especie en áreas marginales.

Si bien el potencial de secuestro de C del paraíso es de bajo a moderado, su implantación en zonas costeras de la provincia de Buenos Aires, resultaría beneficioso porque actuaría como cortina rompevientos a la vez que protegería de la erosión y produciría materia prima para elaborar biodiesel.

Bajo condiciones de clima húmedo se recomienda la forestación en aquellas tierras que necesitan rehabilitación, por presentar problemas de erosión hídrica, ya que al ser una especie perenne se reducen las labores culturales y contribuye al mejoramiento del suelo, al mismo tiempo que produce aceite industrial para biodiesel y/o bioinsecticida.

No se debe olvidar su potencial como maleza invasora, razón por la cual nunca deberá ser cultivada en tierras con aptitud agrícola.

BIBLIOGRAFIA

- Calderón, R.G. y Germán, M.T. (1993). Meliaceae. En Rzedowski, J. et al. (eds.). Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo 11. Instituto de Ecología. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Doran, J.C and Turnbull, J.W. (eds.) (1997). Australian Trees and Shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra Disponible en: <http://www.aciar.gov.au/publication/MN024>.
- Gunn, B.V. (2001). Australian Tree Seed Centre Operations Manual. Internal Publication, CSIRO Australian Tree Seed Centre, ACT. Disponible online en <http://www.ensisjv.com/Portals/0/atssc-opmanualcomplete.pdf>
- IPCC, "Climate Change 2001: The Scientific Basis". (2001). Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jingwen G. and Liding L. (1994). (Biological Research Institute, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang, 330029 PRC); Melia trees and their uses [J]; JIANG XI Science;1994-02
- Lahitte, H; Hurrell, J; Haloua, M; Jankowski, L y Belgrano, M. (2004). Árboles Rioplatenses. LOLA. Buenos Aires. 300 pp.
- Thorp, J.R. and Wilson, M. (1998). Weeds Australia – Disponible en: www.weeds.org.au
- Schneider, S.H. (1989). The greenhouse effect: Science and Policy. Science 243(10):271-281.
- Padrón, B; Oranday, A.; Rivas, C.; Verde, M. (2003). Identificación de compuestos de *Melia azedarach*, *Syzygium aromaticum* y *Cinnamomum zeylanicum* con efecto inhibitorio sobre bacterias y hongos. Ciencia UANL 6(3): 333-338.
- Vergara, R.; Escobar, C.; Galeano, P. (1997). Potencial insecticida de extractos de *Melia azedarach* L. (Meliaceae). Actividad biológica y efectos. Rev. Facultad Nacional de Agronomía (Colombia) 50(2):186.
- Villalobos, P. (1996). Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. 35 p. 35 p.